

**REKAYASA TANGKI MINI BERARUS (*MINI FLUME TANK*) UNTUK
PENELITIAN TINGKAH LAKU RENANG IKAN
(*Engineering of Mini Flume Tank for Fish Swimming Behaviour Research*)**

Oleh:

Wazir Mawardi^{1*}, Ari Purbayanto², Daniel R Monintja², Mulyono S. Baskoro²,
dan Budhi Hascaryo Iskandar²

ABSTRACT

This research was carried out to construct mini flume tank that is reliable and ideal used for fish swimming behavior research through a series testing the flume tank technical performance. The mini flume tank has a maximum water velocity 85 cm/s (1.7 knots), with dimensions of 250 x 135 x 55 cm, and water capacity 155 litres. Based on observation, the field observation is clearly visible due to minimal air bubbles in the water velocity. Observations can be conducted from the two view fields (top and side) that allow observation of swimming endurance and fish tail flick easily. The water velocity is in laminar category at each level of the tested speeds. The rpm of engines is relatively stable for more than 200 minutes. Engine temperature is below 60°C at frequency of 10 to 40 Hz. At frequency of 50 Hz the temperature reached 60 °C in 25 minutes and stable at 73°C after an hour. Water temperature changes during the test for more than 200 minutes at different speeds which have differences of 0.2 to 1.8 °C. The test result showed that the mini flume tank performance was reliable and ideal used for fish swimming behavior research.

Key words: *fish swimming behaviour, mini flume tank, technical performance, water velocity*

ABSTRACT

Penelitian ini ditujukan untuk mengkonstruksi *flume tank* mini (*mini flume tank*) yang memadai untuk melakukan penelitian tingkah laku renang ikan. *Mini flume tank* yang telah dikonstruksi memiliki kecepatan air maksimum 85 cm/det (1,7 knot), dimensi 250 x 135 x 55 cm³ dengan kapasitas 155 liter air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelembung (*bubbles*) sangat sedikit sehingga memberikan hasil pengamatan yang cukup baik. Pengamatan dirancang sedemikian rupa sehingga tingkah laku renang dapat diamati dari sisi dan atas *flume tank* mini. Selama uji teknis dilakukan arus yang terjadi cukup laminar pada setiap tingkat kecepatan yang dicobakan. Putaran mesin (RPM) relatif stabil selama lebih dari 200 menit. Suhu mesin berada di bawah 60 °C pada frekuensi 10 hingga 40 Hz. Pada frekuensi 50 Hz temperatur mencapai 60 °C selama 25 minutes dan stabil pada 73°C setelah 1 jam. Suhu air berubah pada rentang 0,2-1,8 °C selama uji lebih dari 200 menit dengan perbedaan kecepatan. Dari hasil uji ini menunjukkan bahwa *flume tank* mini yang dirancang memadai untuk digunakan pada pengamatan tingkah laku renang ikan.

Kata kunci: tingkah laku renang ikan, keragaan teknis, *flume tank* mini, kecepatan arus

¹ Mahasiswa Pasca Sarjana Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan; FPIK – IPB

* Korespondensi: zir_diver@yahoo.com

² Staf Pengajar Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan; FPIK – IPB

PENDAHULUAN

Dalam perikanan tangkap, pengetahuan tentang tingkah laku ikan, diantaranya adalah kebiasaan dan kecepatan renang, sangat diperlukan karena terkait dengan teknik dan metode penangkapan ikan (Gunarso 1985). Sejauh ini di Indonesia masih sangat sedikit informasi dan penelitian mengenai performa renang ikan. Hal ini disebabkan masih sangat terbatasnya alat yang dapat digunakan untuk penelitian tingkah laku renang ikan. Alat yang biasa digunakan untuk menguji dan mengamati TL renang ikan ini adalah mini *flume tank*.

Pada tahap awal, perancangan mini *flume tank* dan telah diujicobakan pada beberapa penelitian yang dilakukan sebagai tugas akhir diantaranya adalah oleh Angga, 2007; Sinta, 2007 dan Teleng, 2005. Pada penelitian tersebut digunakan mini *flume tank* yang dirancang secara sederhana. Sejauh ini *flume tank* tersebut belum mampu memenuhi kebutuhan penelitian tingkah laku renang ikan seperti yang diharapkan. Keterbatasan ini banyak disebabkan oleh keragaan teknis *mini flume tank* yang ada masih rendah dikarenakan masalah seperti: sistem pengontrol kecepatan arus yang belum baik, sebaran kecepatan arus pada *flume tank* belum rata atau masih terjadi turbulensi, banyak gelembung udara yang mengganggu pengamatan visual, *durability* (ketahanan) mesin pembangkit arus air belum memadai.

Keterbatasan-keterbatasan tersebut di atas menyebabkan data hasil uji terhadap tingkah laku renang ikan kurang baik, sehingga tidak dapat dianalisis secara ideal. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini ditujukan untuk merekayasa *mini flume tank* yang handal dan ideal sehingga dapat digunakan dalam penelitian tingkah laku renang ikan dan untuk menguji kinerja teknis dari *mini flume tank* hasil rekayasa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 10 bulan pada periode September 2009 hingga Juni 2010 bertempat di Laboratorium Tingkah Laku Ikan, Bagian Teknologi Penangkapan Ikan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK IPB.

Alat yang digunakan untuk pembuatan mini *flume tank* ini terdiri dari alat pertukangan seperti: mesin gurinda, amplas besi, gergaji besi, mesin bor, mesin las, pemotong kaca, tang, konci pas, roll meter dan obeng serta peralatan untuk mengecat. Bahan pembuatan *mini flume tank* adalah: kaca 12 mm dan 5 mm, *acrylic* 10 mm, cermin 5 mm, *inverter*(*AC speed drive*), *fibre glass*, besi siku portabel, dinamo Listrik ½ Hp, 220 V, *mechanical seal*, *joint couple*, pipa PVC 5" dan 1", *knee* dan *Y joint* PVC 5", baling-baling, cat anti karat, filter air, *as stainless steel* Ø19mm, kabel listrik dan asesories

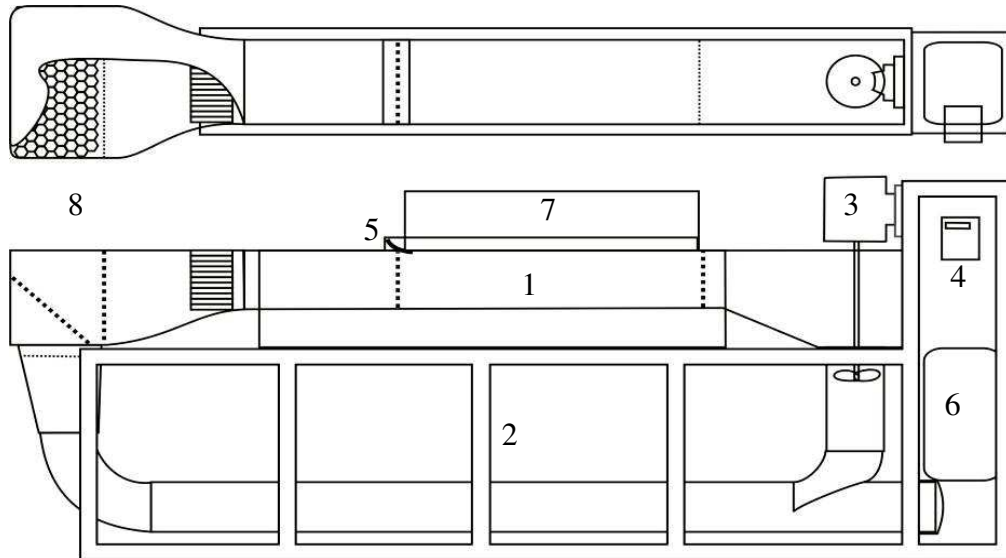
Kegiatan yang dilakukan dalam pembuatan *mini flume tank* ini melalui beberapa tahapan, meliputi: studi literatur, perancangan dan konstruksi serta yang terakhir adalah pengukuran kinerja teknis *flume tank* (*machine endurance*). Untuk pengujian kehandalan mini *flume tank* diperlukan beberapa alat seperti: *water flow meter*, *stop watch*, termometer, *tachometer* dan *sound level meter*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun Mini Flume Tank

Rancang bangun mini *flume tank* dibuat dengan tipe sirkulasi air secara vertikal. Hal ini dimaksudkan agar *mini flume tank* tidak memerlukan tempat yang luas dalam penempatannya. Rancangan umum (*general arrangement*) mini *flume tank* meliputi beberapa bagian seperti disajikan pada Gambar 1.

Dimensi utama *mini flume tank* yang dibangun termasuk rangka penyangganya mempunyai ukuran (*pxlxt*) 245 x 50 x 125 cm, dengan kapasitas volume air ± 155 liter. Pada bagian atas *mini flume tank* termasuk jendela pengamatan terbuat dari bahan kaca dengan ketebalan 10 mm.



Keterangan: 1) *flume tank*, berikut *observation window*, 2) meja penyangga, 3) pembangkit arus air (dinamo dan baling-baling), 4) pengatur kecepatan rpm mesin (*inverter*), 5) *air bubble eliminator*, 6) filter, 7) cermin pemantul bidang tampak atas, dan 8) pemerata arus

Gambar 1 Rancangan Umum *Mini Flume Tank*

Pada bagian bawah sebagai media sirkulasi air terbuat dari pipa PVC (*paralon*) dengan diameter 5 inch. Bidang observasi sendiri mempunyai dimensi (*p x l x t*) yaitu 80 x 15 x 20 cm. Rangka penyangga terbuat dari konstruksi besi siku *portable*, dengan menggunakan baut untuk setiap sambungannya. Ukuran rangka berikut kedudukan motor penggerak adalah 25 x 220 x 125 cm. Pada bagian bawah/kaki *flume tank* dipasang 3 pasang roda yang dapat berputar bebas.

Sistem pembangkit arus air

Sistem pembangkit arus air menggunakan mesin dinamo listrik 3 fase dengan kekuatan 0,37 kW yang dihubungkan dengan baling-baling. Baling-baling yang digunakan adalah jenis aluminium tipe 3 (tiga) daun dengan kemiringan daun 45°, dan diameter 4,5". As baling-baling terbuat dari *stainless steel* sepanjang 33 cm dan berdiameter 19 mm.

Sistem Pengatur Kecepatan

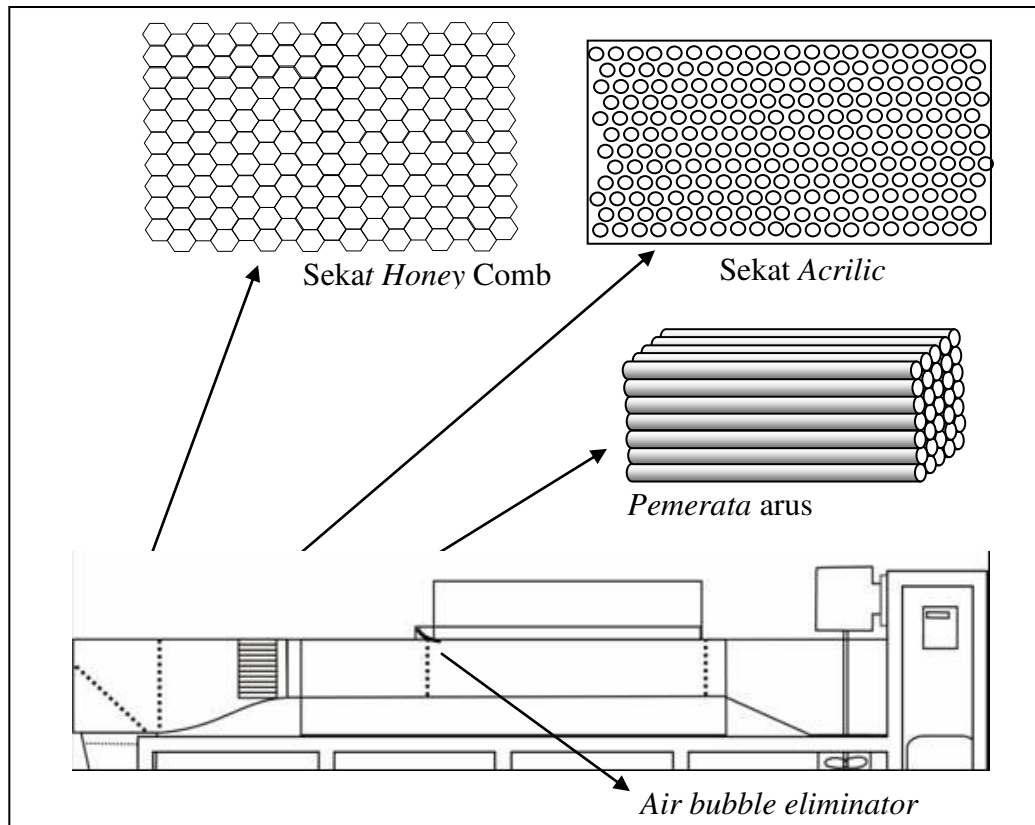
Untuk mengatur kecepatan putaran (*rpm*) mesin dinamo digunakan *inverter* dengan daya 750 Watt. Pengaturan rpm dilakukan dengan mengatur frekuensi pada *inverter* mulai dari 0 sampai dengan 50 Hz.

Sistem pemerata arus (*current straightener*).

Putaran dan dorongan *propeller* mengakibatkan terjadinya turbulensi dan gelembung udara pada aliran air di seluruh bagian *flume tank*. Agar arus menjadi laminar, maka aliran air

yang *turbulent* tersebut sebelum sampai ke bagian pengamatan harus melalui pemerata arus (*current straightener*).

Pada bagian dalam konstruksi *current straightener* terdapat 4 sekat, yaitu dua sekat *honey comb* (sarang lebah) dan satu panel dengan lubang-lubang berdiameter 5 mm, yang secara bersama berfungsi untuk mereduksi turbulensi. Sekat ke empat berupa susunan pipa-pipa kecil berdiameter 1 cm dan mempunyai penampang yang sama luasnya dengan penampang pada bagian pengamatan. Fungsi dari sekat pipa ini untuk membuat aliran menjadi lurus dan laminar



Gambar 2 Bagian-bagian *pemerata arus* beserta pemasangannya

Air bubble eliminator

Pengeliminasi gelembung udara merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengeliminir gelembung udara dari dalam *flume tank* agar aliran arus air dan pandangan tidak terganggu. Prinsip kerja bagian ini adalah dengan menahan dan melepaskan gelembung udara yang terbawa pada aliran air. Gelembung udara yang terbawa dalam aliran air akan cenderung naik ke atas, sehingga setelah melalui pemerata arus, gelembung udara yang mengapung akan tertahan dan dilepaskan ke udara oleh bagian ini. Pengeliminir gelembung udara dibuat dari bilah *acrilic* selebar 6 cm yang dilengkungkan memanjang. Alat ini dipasang melintang pada bagian atas *flume tank* diantara pemerata arus dan jendela pengamatan.

Cermin pemantul bidang tampak atas.

Cermin pemantul dipasang untuk mendapatkan pandangan dorsal (*top view*) secara horizontal. Cermin ini dipasang dengan membentuk sudut 45° terhadap bidang datar di atas jendela pengamatan. Dengan demikian bidang pandang dari arah dorsal (*top view*) dan

samping (*side view*) dari obyek dapat dilihat secara bersamaan dari satu sisi. Ukuran cermin pemantul yang digunakan adalah 80 x 30 cm dengan ketebalan 5 mm. Sistem pemantul ini dilengkapi dengan lampu neon berkekuatan 21 watt.

Sistem filter

Agar selama pengamatan tingkah laku ikan tidak terjadi peningkatan kekeruhan air maupun penurunan kualitas air, maka *flume tank* yang dibuat dilengkapi dengan sistem *filtrasi*. Dengan adanya sistem *filtrasi* kualitas air termasuk suplai O₂ akan tetap terjaga dan air tetap jernih sehingga pengamatan terhadap tingkah laku ikan tidak akan terganggu. Sistem *filtrasi* yang digunakan mempunyai kapasitas penyaringan sampai dengan 1200 liter per jam dengan daya sebesar 30 watt dan tegangan 220/240 volt.

KINERJA TEKNIS *FLUME TANK*

Pengujian Mini Flume *Flume tank*

Pengujian terhadap kehandalan mini *flume tank* diantaranya adalah kecepatan arus, sifat arus, kemudahan bidang pengamatan, kejernihan air dan ketahanan mesin

Pengujian Kecepatan Arus

Pengukuran terhadap kecepatan arus dilakukan pada tiga titik dari bidang pengamatan *mini flume tank*, yaitu di depan, di tengah dan di bagian belakang dengan menggunakan alat *flow meter*. Kecepatan arus dihasilkan dari putaran baling-baling yang kecepatan putarnya (*rpm*) diatur dengan inverter. Dari hasil uji terhadap kecepatan arus didapatkan kecepatan arus maksimum pada *mini flume tank* adalah 85 cm/s atau 1,65 knot. Kecepatan maksimum ini dicapai pada frekuensi maksimum *inverter* yaitu 50 Hz.

Tabel 1 Hubungan frekuensi, kecepatan arus air dan RPM mesin

Frekuensi (Hz)	RPM	Kecepatan Air (m/s)	Output Volt (volt)	Output Current (A)
10	292,0	0,113	33,8	0,8
15	439,3	0,205	54,9	1,1
20	585,5	0,297	75,6	1,3
25	731,3	0,389	98,0	1,4
30	870,2	0,481	118,4	1,6
35	1.011,0	0,573	139,2	1,7
40	1.146,0	0,665	161,0	1,8
45	1.278,0	0,757	188,0	2,0
50	1.411,0	0,849	196,0	2,1

Pengujian Kerataan dan *Air Bubble Eliminator*

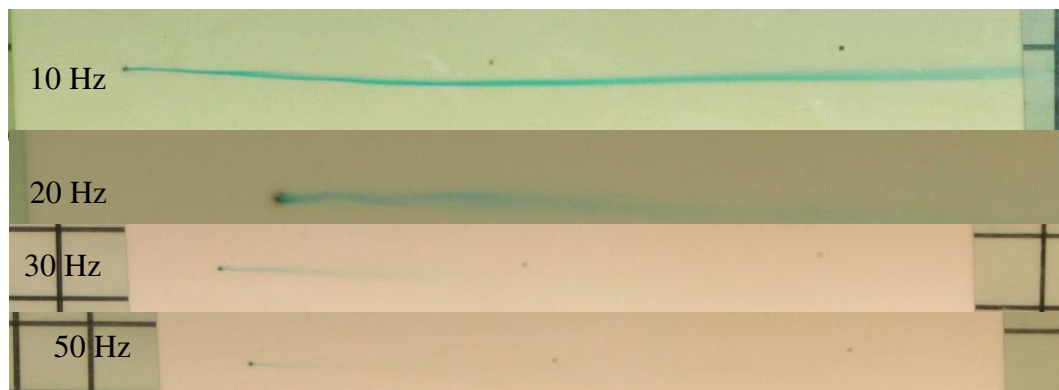
Pengujian dilakukan untuk mengkatogerikan arus yang dihasilkan termasuk arus laminar, transisi atau turbulen. Arus laminar pada *mini flume tank* dapat terjadi jika turbulensi dan gelembung udara (*air bubble*) yang dihasilkan oleh baling-baling dapat dihilangkan. Gelembung udara akan terjadi di dalam aliran *flume tank* pada saat kecepatan arus telah mencapai 70 cm/s atau pada frekuensi inverter lebih besar dari 40 Hz. Secara visual gelembung udara pada aliran *mini flume tank* tampak telah berhasil dieliminir dengan dipasangnya *air bubble eliminator*.

Untuk menguji apakah arus yang dihasilkan pada *mini flume tank* sudah rata, dilakukan pengukuran pada permukaan, tengah maupun di dasar serta pada sisi kiri, tengah

dan kanan kolom air pada jendela pengamatan. Pengukuran dengan *flow meter* menunjukkan ada perbedaan yang nyata diantara satu titik dengan titik yang lainnya.

Guna mengetahui lebih lanjut kategori pola arus pada berbagai tingkat kecepatan maka dilakukan pengujian dengan metode “*dye test*” seperti yang dilakukan oleh Sleggh dan Noakes (2009). Pengujian yang dimaksud yaitu dengan menggunakan tinta/zat pewarna pada aliran air, dimana zat pewarna tersebut dialirkan pada kolom air pada bidang pengamatan *flume tank*.

Dari hasil uji *dye test* didapatkan bentuk aliran zat pewarna yang menggambarkan bahwa arus pada *mini flume tank* dapat dikategorikan sebagai aliran laminar pada setiap tingkat kecepatan. Pada kecepatan yang tinggi jejak zat pewarna lebih cepat menghilang dikarenakan zat tersebut lebih cepat terdifusi kedalam air.



Gambar 3 Foto-foto (setelah mengalami cropping) hasil uji “*dye test*” pada frekuensi 10 sd 50 Hz.

Pengujian Bidang Pengamatan

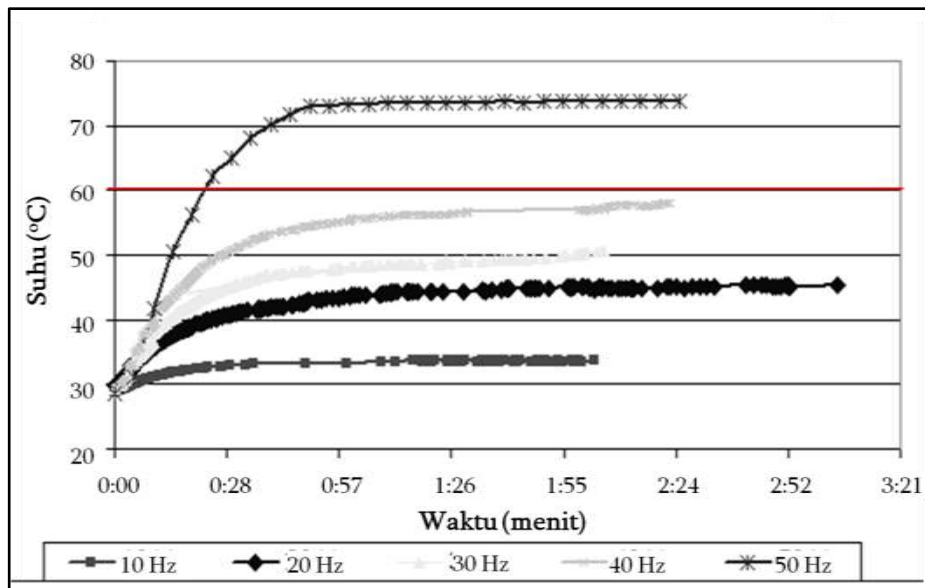
Salah satu kriteria *flume tank* yang baik yaitu dapat memvisualisasikan obyek penelitian secara bersamaan pada bidang pandang atas (*top view*) dan bidang pandang samping (*side view*). Hasil uji visual terhadap hasil pemasangan kaca pemantul menunjukkan obyek dapat dilihat secara jelas, baik dari sisi atas (*top view*) maupun dari sisi samping (*side view*). Dengan demikian pengamatan terhadap obyek dari 2 (dua) bidang pandang secara bersamaan dapat dilakukan hanya oleh satu orang saja. Bidang pandang tampak atas dan samping ini juga dapat difoto sekaligus dalam satu *scene* saja.

DURABILITAS MESIN PENGGERAK

Suhu Mesin

Durabilitas mesin penggerak massa air dalam *flume tank* diukur melalui kestabilan suhu, rpm mesin, konsumsi daya listrik dan suhu air selama tidak kurang dari 200 menit. Standar 200 menit ini sangat erat kaitannya dengan durasi minimal yang diperlukan dalam pengamatan saat mengukur ketahanan renang (*swimming endurance*) ikan.

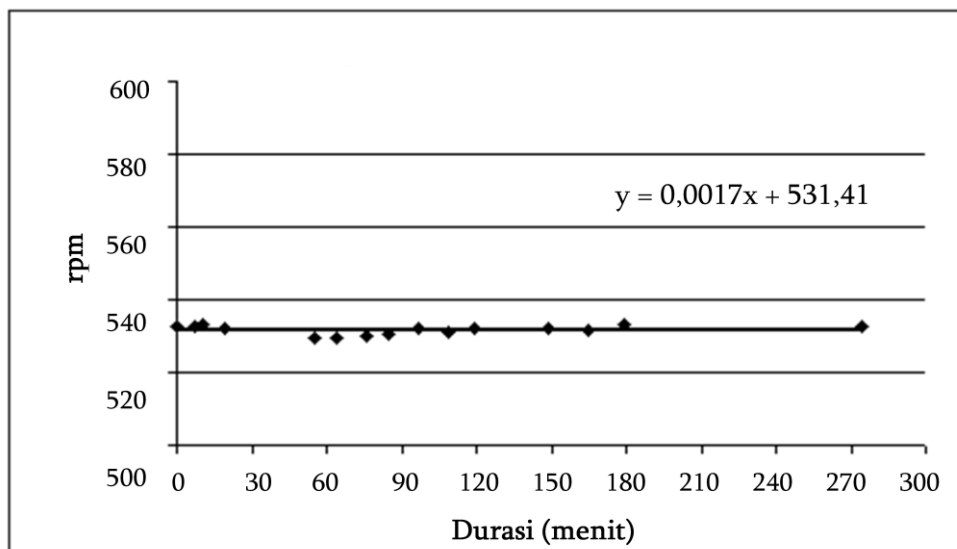
Pada Gambar 4 tampak mesin umumnya telah mencapai suhu yang relatif stabil setelah dihidupkan selama 1 jam. Kestabilan suhu dicapai pada derajat yang berbeda-beda untuk masing-masing tingkat frekuensi, namun umumnya suhu stabil tersebut berada di bawah suhu 60 °C kecuali untuk frekuensi 50 Hz. Pada frekuensi 50 Hz suhu mesin telah mencapai 60 °C pada menit ke 25 dan baru mencapai stabil pada suhu 73 °C.



Gambar 4 Grafik perubahan suhu mesin pada frekuensi mesin 10 sd. 50 Hz.

Suhu 60 °C merupakan batasan suhu maksimum yang disarankan untuk mesin bekerja secara aman. Secara umum mesin masih aman untuk tetap bekerja di bawah batasan suhu tersebut. Bila mesin dibiarkan tetap hidup pada suhu melebihi batas tersebut, maka akan mempercepat u mur teknis mesin bahkan dapat menyebabkan kumparan dinamo mesin terbakar. Dengan demikian untuk frekuensi 50 Hz mesin akan aman bila dihidupkan dalam waktu tidak lebih dari 25 menit. Sementara itu pada tingkat frekuensi 40 Hz ke bawah mesin tetap aman bila dihidupkan lebih dari 200 menit, karena suhu mesin akan tetap berada di bawah 60 °C.

RPM Mesin.



Gambar 5 Perubahan rpm mesin pada frekuensi 18 Hz selama 4 jam

RPM motor penggerak diuji selama 200 menit. Dari pengujian diharapkan *rpm* tetap stabil pada kurun waktu tersebut. Dengan *rpm* yang stabil maka arus yang dibangkitkan juga stabil, sehingga tidak akan terjadi bias pada saat dilakukan pengujian terhadap *swimming endurance* ikan pada *flume tank* tersebut.

Pada Gambar 5 di atas, ditampilkan grafik perubahan *rpm* mesin yang dihidupkan selama rentang waktu hampir 4 jam. Pada gambar tampak garis *trend line* perubahan *rpm* yang datar. Hal ini menunjukkan tidak adanya perubahan yang berarti pada *rpm* mesin.

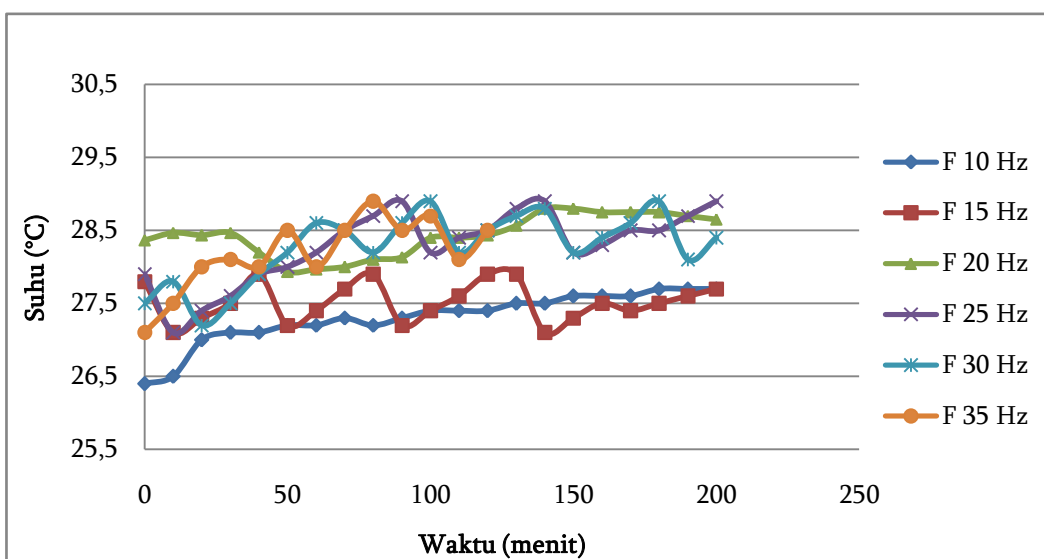
Suhu Air

Putaran baling-baling serta gesekan dengan dinding *flume tank* secara teoritis akan meningkatkan suhu air tersebut, berbanding lurus dengan *rpm* mesin dan lamanya baling-baling berputar. Kenaikan suhu air yang cukup signifikan akan mempengaruhi metabolisme ikan yang pada akhirnya akan mempengaruhi *swimming endurance* ikan. Oleh karenanya pada *flume tank* perubahan suhu yang terjadi diharapkan sekecil mungkin.

Tabel 2 Selang perubahan suhu air dalam *flume tank* pada frekuensi berbeda setelah dihidupkan selama lebih dari 200 menit

Suhu	10 Hz	15 Hz	20 Hz	25 Hz	30 Hz	35 Hz
min	26.4	27.1	28.7	27.1	27.2	27.1
mean	27.4	27.5	28.9	28.4	28.4	28.1
max	27.7	27.9	28.9	28.9	28.9	28.9
Δt	1.3	0.8	0.2	1.8	1.7	1.8

Pengujian perubahan suhu air dalam *mini flume tank* pada tingkat kecepatan berbeda diukur selama periode waktu tidak kurang dari 200 menit. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 6. Seperti terlihat pada Tabel 2 perubahan suhu setelah mesin hidup selama lebih 200 menit pada tingkat frekuensi 10 Hz sampai dengan 35 Hz, perubahan suhu hanya terjadi sebesar 0,2 °C hingga 1,8 °C. Delta t terkecil ditunjukkan pada frekuensi 20 Hz dan yang terbesar pada 25 dan 35 Hz. Tampak pula terjadinya tren kenaikan suhu dengan semakin tingginya frekuensi mesin.



Gambar 6 Perubahan suhu air *flume tank* pada frekuensi mesin berbeda setelah dihidupkan selama lebih dari 200 menit

KESIMPULAN

1. Mini *flume tank* yang telah direkayasa mempunyai kecepatan aliran maksimum 85 cm/s (1,7 knot), dengan dimensi konstruksi keseluruhan 250 x 135 x 55 cm, serta kapasitas air 155 l.
2. Hasil pengujian terhadap kinerja teknis *flume tank* adalah:
 - Cermin pemantul menghasilkan bidang pandang tampak atas (*top view*) dapat dilihat dari satu sisi horisontal dengan baik,
 - *Air bubble eliminator* berhasil mengurangi gelembung udara dalam aliran air dengan baik,
 - Perata arus yang dikonstruksi berhasil meratakan arus pada setiap tingkat kecepatan yang di uji, dan
 - Pengujian terhadap *swimming endurance* ikan dapat dilakukan dengan baik.
3. Hasil pengujian terhadap durabilitas mesin adalah sebagai berikut:
 - Suhu mesin telah stabil di bawah 60 °C pada frekuensi 10 sd 40 Hz dalam kurun waktu 1 jam atau kurang. Pada frekuensi 50 Hz, suhu mesin sudah mencapai 25 °C dalam 25 menit serta stabil pada suhu 73 °C setelah hampir 1 jam mesin hidup.
 - Rpm mesin relatif stabil setelah .>200 menit hidup.
 - Perubahan suhu air selama durasi lebih dari 200 menit pada kecepatan berbeda adalah 0,2 hingga 1,8 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga. 2007. Studi Kecepatan Renang Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macrocopum*). Skripsi, (Tidak dipublikasikan). Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Sinta D., 2007. Mekanisme Pelolosan Ikan Pada Model Jaring Trawl Menggunakan By Catch Excluder Device (BED) Tipe Super Shooter, Dengan Jarak Kisi Yang Berbeda.
- Teleng A.T.R.,2000. Suatu Kajian Tentang Laju Renang Ikan Layang (*Decapterus macarellus*). Thesis, (Tidak di publikasikan). PPS IPB. Bogor.
- Gunarso W. 1985. Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Alat, Metoda dan Taktik Penangkapan. Bogor: Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Noakes C. & Sleigh A. 2009. "*Real Fluids*". *An Introduction to Fluid Mechanics*. University of Leeds. Retrieved 23 November 2010.